

# BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-038438  
(43)Date of publication of application : 12.02.1999

---

(51)Int.Cl. G02F 1/136

G02F 1/1333

G02F 1/1339

---

(21)Application number : 09-188555

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
ADVANCED DISPLAY:KK

(22)Date of filing : 14.07.1997

(72)Inventor : MORII YASUHIRO  
MATSUKAWA FUMIO  
TSUMURA AKIRA  
TABATA SHIN  
MIZUNUMA MASAYA  
TAMAYA AKIRA  
FUJII MASAYUKI  
FUJITA YASUO

---

### (54) PRODUCTION OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND TFT ARRAY SUBSTRATE USED THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate dispersion of color caused by thickness unevenness of a liquid crystal layer occurred in a liquid crystal display device of IPS system.

SOLUTION: The liquid crystal display device is constituted of a TFT array substrate 1 which is formed by installing a scanning signal line, a video signal line, a thin film transistor, a liquid crystal driving electrode, a common electrode and a common signal line on a substrate, a counter substrate 4 facing to the TFT array substrate 1, first spacers 8 for holding space between both substrates 1, 4 constant, second spacers 10 for holding space between peripheral parts of both substrates 1, 4 constant, a sealant 9 which is interposed at spaces between both substrates 1, 4 together with the second spacers 10 and sticks peripheral parts of both substrates 1, 4 together and a liquid crystal layer. In this case, intra-plane retardation of the display device  $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$  is  $\geq 0$  nm to  $\leq 20$  nm.

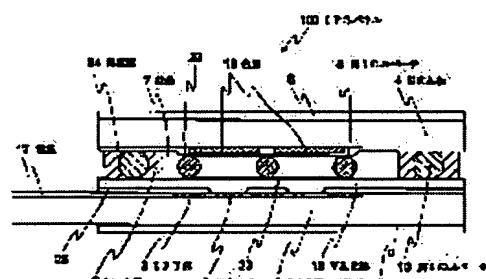
---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of  
rejection] 16.07.1999

[Kind of final disposal of application other than



the examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3176565

[Date of registration] 06.04.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-13214

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 12.08.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

55/607JP01(4452-F1449)  
引用文献 1 F1451)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-38438

(43) 公開日 平成11年(1999)2月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/136	5 0 0	G 0 2 F 1/136
1/1333	5 0 5	1/1333
1/1339	5 0 0	1/1339

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-188555  
(22) 出願日 平成9年(1997)7月14日

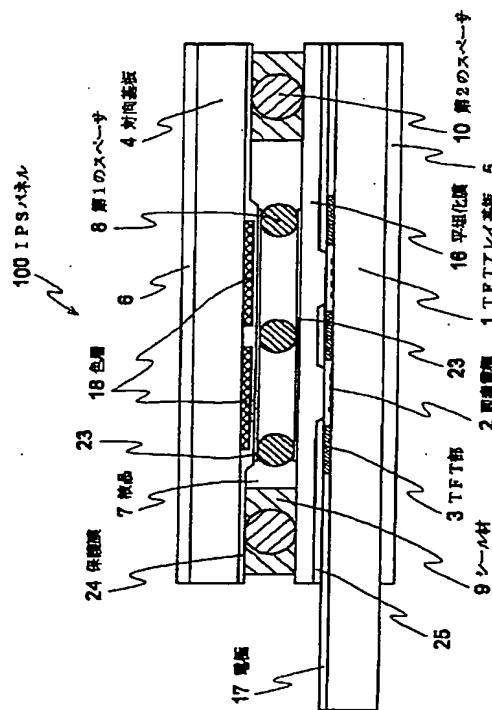
(71) 出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号  
(71) 出願人 595059056  
株式会社アドバンスト・ディスプレイ  
熊本県菊池郡西合志町御代志997番地  
(72) 発明者 森井 康裕  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
(72) 発明者 松川 文雄  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 朝日奈 宗太 (外1名)  
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置および該装置に用いられるTFTアレイ基板の製法

## (57) 【要約】

【課題】 IPS方式の液晶表示装置において生じる液晶層の厚さむらによる色のばらつきをなくすことを課題とする。

【解決手段】 本発明の液晶表示装置は基板上に、走査信号線、映像信号線、薄膜トランジスタ、液晶駆動電極、共通電極および共通信号線が設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、両基板の間隙を一定に保つ第1のスペーサと、両基板の周辺部の間隙を一定に保つ第2のスペーサと、第2のスペーサとともに両基板の間隙に介在され、両基板の周辺部を貼り合わせるシール材と、液晶層とからなる液晶表示装置であって、該表示装置の面内のリターデーション( $\Delta n$ )・( $d_{\max} - d_{\min}$ )が0nm以上20nm以下である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極と、該共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数個の第1のスペーサと、該TFTアレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数個の第2のスペーサと、該第2のスペーサとともに該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該TFTアレイ基板と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記液晶駆動電極と前記対向基板との間隙が、該液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙を  $d_{max}$ 、該表示面内の最も小さな基板間隙を  $d_{min}$  と表わすと、該表示装置の面内のリターデーション ( $\Delta n$ )  $\cdot (d_{max} - d_{min})$  が  $0\text{ nm}$  以上  $20\text{ nm}$  以下である液晶表示装置。

【請求項2】 前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状である請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極、前記共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数個の第1のスペーサと、該TFTアレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数個の第2のスペーサと、該第2のスペーサとともに該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該TFTアレイ基板と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記TFTアレイ基板上に厚さ  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上  $10\text{ }\mu\text{m}$  以下の有機膜が備えられてなる液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にある請求項3記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記有機膜の、前記TFTアレイ基板に平行な面内の膜のうねりを凹凸で表わしたとき、凸部から凹部を引いた高さの絶対値が  $0.4\text{ }\mu\text{m}$  以内である請求項3または4記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状である請

## 求項3記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記第2のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第1のスペーサの径との和である請求項6記載の液晶表示装置。

【請求項8】 請求項3記載の液晶表示装置に用いられるTFTアレイ基板の製法であって、該TFTアレイ基板の表面上にスピンドルコート法により、粘度  $15\text{ cP}$  以上  $50\text{ cP}$  以下、回転数  $500\text{ rpm}$  以上  $2000\text{ rpm}$  以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成するTFTアレイ基板の製法。

【請求項9】 前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた1つである請求項8記載のTFTアレイ基板の製法。

【請求項10】 前記平坦化膜の膜厚が  $3\text{ }\mu\text{m}$  以上  $10\text{ }\mu\text{m}$  以下である請求項9記載のTFTアレイ基板の製法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、面内応答型液晶表示装置に関する。さらに詳しくは、少なくとも片側の電極が樹形形状である2枚の基板を相互に貼り合わせ、液晶を封入した面内応答型液晶表示装置において、色むらをなくし表示特性を向上した構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 液晶に電界を、基板に垂直な方向に印加するツイステッドネマティク表示方式に対して、近年、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の開発が進められている。たとえば、特開平7-225388号公報によれば、この、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の液晶表示装置の例が開示されており、応答速度を向上させるため、基板間のギャップを  $6\text{ }\mu\text{m}$  以下とすることや、のちに詳細に説明するリターデーションを  $0.21\text{ }\mu\text{m}$  以上  $0.36\text{ }\mu\text{m}$  以下とすることなどが記載されている。

【0003】 本発明の発明者らは、前述したような、基板にほぼ平行な方向に電界を印加する表示方式の液晶表示装置を面内応答型液晶表示装置（以下、IPS（in-plane switching）パネルと略記する）というものとする。

【0004】 図11は、従来の面内応答型液晶表示装置の部分断面説明図を示す。図において、説明のため、2画素分のみを部分的に示した（以下の図も同様）。図12は、従来のIPSパネル中の1画素の平面説明図である。また図13は、図11のX-Y線における断面説明図である。図11、図12および図13において、1はTFTアレイ基板であり、2は画素電極であり、3はTFT部であり、4は対向基板である。TFTアレイ基板1は、その表面上に形状が樹形である電極が設けられている。画素電極2は、樹形の液晶駆動電極21と、少なくとも一部が前記液晶駆動電極と対向して形成された樹

形の共通電極22とを有している。TFT部3は、液晶駆動電極21に映像信号を書き込むための薄膜トランジスタ(thin film transistor、以下、TFTと略記する)14や映像信号線12、走査信号線11、共通電極22に信号を入れる共通信号線13などを総称したものである。対向基板4は、TFTアレイ基板1に対向して設けられている。画素電極2の材料は、クロム、アルミニウム、インジウム・スズ酸化物(indium tin oxide、以下、ITOと略記する)などのうちのいずれかで形成されている。また、25は、絶縁膜を示す。対向基板4は、カラー表示をするIPSパネルのばあい、基板面に電極を有する必要がなく、一般的にはメタルや樹脂により形成された遮光部(図示を省略)と赤、緑、青の色層18を設けたカラーフィルタ基板が設けられている。また、色層18が外部に溶け出さないように、対向基板4上には保護膜24が形成されている。また、17は基板外部から映像信号、走査信号または共通信号を書き込むため電極を示す。7は液晶を示しており、その層の厚さをdと表示している。また図13中の15は、液晶層内のある1分子を示している。9はTFTアレイ基板1と対向基板4とを接合するシール材であり、10はシール材中に含まれている第2のスペーサであり、5および6は偏光板を示す。23は、液晶7を配合させる配向膜を示す。また、図13において、I。は入射光であり、Iは出射透過光であり、Tは透過軸であり、Dは配向方向であり、Eは電界である。

【0005】図11を参照してIPSパネルの基本構成を説明する。IPSパネルの基本構成は、TFTアレイ基板1と対向基板4とを平行に対向させ、シール材9により接合し、そのTFTアレイ基板1と対向基板4の間に液晶7を封入したものである。配合膜23には、配向処理が施されている(同部については以降に詳細を示す)。TFTアレイ基板1と対向基板4との間隙dを一定に保つために第1のスペーサ8をシール面内に配置し、第2のスペーサ10をシール材9内に混入させて配置する。

【0006】前述した特開平7-225388号公報による従来例では、基板間を6μm以下とする記載があるものの、図11に示した本発明の発明者らによる従来技術による第2のスペーサ10は示されておらず、基板間の間隙を一定にするという記載がないのは、前記従来例では、のちに詳細に説明する本発明の課題である表示上の色むらの改善ということとの関連性に対する認識がないものと考えられる。

【0007】つぎに図13を参照してIPSパネルの動作原理を説明する。基本構成の説明で述べたように、TFTアレイ基板1と対向基板4とは平行に対向している。液晶7に正の誘電率異方性をもつ液晶を用いたばあい、液晶分子15はその長軸が基板面に平行で、かつ電極に対してもほぼ平行となるように配置される。この配

置方法としては公知であるラビング法が一般的であり、配向膜23を電極に対しほぼ平行にラビング処理を施すと、前述したように液晶分子15が配置される。このように配向方向と透過軸とが平行になるように偏光板5を配置し、偏光板6は偏光板5の透過軸と直交するように配置する。

【0008】電界がオフのとき、偏光板5を通過した光は、液晶分子15の配列に沿って2枚目の偏光板6に到達する。前述したように偏光板6の透過軸は偏光板5の透過軸と直交しているので光は透過しない。電界がオンのとき、すなわち液晶駆動電極21と対向して形成された共通電極22間に基板と水平方向に電界が発生したとき、液晶の誘電率異方性によって基板と平行に液晶分子の長軸が電界方向に沿って回転する。その際、透過光は液晶の複屈折効果によって直線偏光から楕円偏光(図13の右側の図で対向基板4上に楕円偏光を模式的に示した)になり、偏光板6を透過する。

【0009】このようにIPSパネルには複屈折効果が利用されている。複屈折効果とは、一般的にECB(electrically controlled birefringence)効果(以下、IPSモードという)と呼ばれている。液晶分子は通常光の屈折率n<sub>o</sub>と異常光の屈折率n<sub>e</sub>とを有するので、屈折率異方性 $\Delta n = n_e - n_o$ が存在する。液晶分子には、この $\Delta n$ が存在するので、複屈折効果が生まれる。

【0010】IPSパネルにおいては、図13に示すように液晶分子15は、基板に平行な一方向に揃った配向状態となっている。このような配向状態をホモジニアス配向という。ホモジニアス配向を用いて図11に示すように偏光板5、6を配置したときの偏光板6を出射する透過光強度Iは次式で表される。

$$I = I_0 \cdot \sin^2(\pi R / \lambda)$$

ここで、I<sub>0</sub>は偏光板5に入射する光の強度、λは波長、Rはリターデーションと呼ばれ、通常光と異常光の光路差( $\Delta n$ )・dである。すなわち、偏光板6から出射する光の透過強度は、入射する光の波長λとリターデーションRの関数である。したがって、IPSパネルの面内で液晶7の厚さdがばらつくと、出射光強度、すなわち、透過光Iがばらつく。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】前述のような従来のIPSモードの原理においては、液晶層の厚さのばらつきという原因により出射する透過光がばらつく。出射する透過光Iのばらつきは、表示上の色のばらつき(以下色むらという)となる。液晶層の厚さのばらつきをなくすことについては、従来技術においても対策がとられていないわけではなく、たとえば特開平8-286176号公報によれば、カラーフィルタ上に表面を平坦化する透明樹脂17の平坦化層を設けることが記載されており、また、特開平7-225388号公報にもカラーフィルタ上に平坦化膜を設けることが記載されており、この平

平坦化層によって液晶層の厚さはそろうと期待したものと考えられる。

【0012】しかしながら、以下に詳細に説明するように、本発明の発明者らによって2枚の基板間にスペーサを配した従来の構成においてすら液晶層の厚さのばらつきを低減できるものではなく、まして前述の公報（特開平8-286176号および特開平7-225388号）に記載の平坦化膜では、とても液晶層の厚さが正確に揃うものではない。以下に、図14を用いて従来のIPSパネルの問題点を説明する。

【0013】第1のスペーサ8は、TFT部3上に配置されるばあいと画素電極2上に配置されるばあいがある。一般的なTFTアレイ基板1のTFT部3と画素電極2との面積比は7:3程度である。そのため、画素電極2上の第1のスペーサ8が液晶7の厚さの決定を支配するケースが多い。それゆえ、図14に示すように、液晶7の厚さが同じIPSパネル内で $d_{max}$ と $d_{min}$ が存在するケースが多くある。図14は、従来のIPSパネルの問題点を示す断面説明図であり、図中の符号は図11、図12および図13と共通である。ここでは、TFT部3上の凹凸の凸部にある第1のスペーサ8により支配されている画素部の液晶層の厚さを $d_{max}$ （凸部の両脇にある画素を指し、大きい方を $d_{max}$ とする）、画素電極2上の凹凸の凹部にある第1のスペーサ8のスペーサにより支配されている画素部の液晶層の厚さを $d_{min}$ と定義する。前記TFT部3上の凸部と前記画素電極2上の凹部の高低差が約1μm程度のTFTアレイ基板を用いて $d_{max}$ - $d_{min}$ を測定したところ、0.8μm程度あることを確認している。

【0014】一般的なIPSモードでは、リターデーション $(\Delta n) \cdot d$ を275nmに設定する。かつ、我々の測定では、リターデーション $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$ が20nm以上異なると表示不良となることを確認している。一般的にIPSモードに用いられる液晶の $\Delta n$ は0.05~0.15である。すなわち前述したように $d_{max} - d_{min}$ が0.8μm以上あると、 $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$ は40~120nm以上となり表示不良となる。したがって、 $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$ を20nm以下とするためには、 $d_{max} - d_{min}$ を0.4μm以内とする必要がある。

【0015】以上のことから、従来のIPSパネルの構造では液晶7の厚さのばらつきから色むらが生じ、ディスプレイの表示特性上の欠陥となるという問題が生じていた。

【0016】また、従来のTFTアレイ基板1の構造では、TFTアレイ基板1上でTFT部や画素電極2の構造により凹凸が約1μm程度あったため、シール材9中に含まれる第2のスペーサ10の球形と表示面内に散布する第1のスペーサ8の径を厳密に設定することができ

なかった。そのために、図14に示したように、第2のスペーサ10および第1のスペーサ8を散布するプロセスの変動が生じるとシール材9近傍の液晶7の厚さ $d_{min}$ と表示面中央部の液晶7の厚さ $d_{max}$ が異なり、表示不良が生じるという問題が生じていた。

【0017】本発明は、前述した問題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、従来のIPSパネルの構造において生じていた液晶層の厚さむらによる色のばらつきをなくすことで表示特性の良好なIPSパネルを提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の請求項1にかかる液晶表示装置は、基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極と、該共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数個の第1のスペーサと、該TFTアレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数個の第2のスペーサと、該第2のスペーサとともに該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該TFTアレイ基板と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であって、前記液晶駆動電極と前記対向基板との間隙が、該液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙を $d_{max}$ 、該表示面内の最も小さな基板間隙を $d_{min}$ と表わすと、該表示装置の面内のリターデーション $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min})$ が0nm以上20nm以下である。

【0019】本発明の請求項2にかかる液晶表示装置においては、前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状であると、入手が容易で所望の寸法精度がえられるので好ましい。

【0020】また、本発明の請求項3にかかる液晶表示装置は、基板上に、走査信号線と、映像信号線と、該走査信号線と映像信号線との各交差部に形成された薄膜トランジスタと、該薄膜トランジスタに接続された液晶駆動電極と、少なくとも一部が該液晶駆動電極と対向して形成された共通電極、前記共通電極に信号を書き込む共通信号線とが設けられてなるTFTアレイ基板と、該TFTアレイ基板に対向する対向基板と、該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙を一定に保つ複数個の第1のスペーサと、該TFTアレイ基板と該対向基板との周辺部の間隙を一定に保つ複数個の第2のスペーサと、該第2のスペーサとともに該TFTアレイ基板と該対向基板との間隙に介在され、該周辺部で該TFTアレイ基板

と該対向基板とを貼り合わせるシール材と、該アレイ基板と該対向基板との間隙に挟持された液晶層とからなり、該液晶層が複屈折効果を有してなる液晶表示装置であつて、前記TFTアレイ基板上に厚さ3μm以上10μm以下の有機膜が備えられている。

【0021】本発明の請求項4にかかる液晶表示装置においては、前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にあり、液晶パネルの駆動電圧を低くすることができる所以好ましい。すなわち、前記平坦化膜は從来のTFTアレイ基板上に配置する構成であるが、平坦化膜に、TFTと樹形電極の片側とコンタクトするコンタクトホールを設ける。また、他方の樹形電極はコモン電極とコンタクトするコンタクトホールを設ける。すなわち、樹形電極を平坦化するための有機膜上に配置することで、有機膜による電圧損失を防ぎ、液晶により多くの電界を加えることができる。

【0022】本発明の請求項5にかかる液晶表示装置においては、前記有機膜の、前記TFTアレイ基板に平行な面内の膜のうねりを凹凸で表わしたとき、凸部から凹部を引いた高さの絶対値が0.4μm以内であり、リターデーションを0nm以上20nm以下にできるので好ましい。

【0023】本発明の請求項6にかかる液晶表示装置においては、前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状であると、入手が容易で所望の寸法精度がえられるので好ましい。

【0024】本発明の請求項7にかかる液晶表示装置においては、前記第2のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第1のスペーサの径との和であり、TFTアレイ基板と対向基板との間隙を一定にできるので好ましい。

【0025】本発明の請求項8にかかる液晶表示装置に用いられるTFTアレイ基板の製法は、該TFTアレイ基板の表面上にスピンドルコート法により、粘度15cP以上50cP以下、回転数500rpm以上2000rpm以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成するので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚を3μm以上10μm以下にできるので好ましい。

【0026】本発明の請求項9にかかるTFTアレイ基板の製法によれば、前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた1つであり、TFTアレイプロセス中で成膜できるので好ましい。

【0027】本発明の請求項10にかかるTFTアレイ基板の製法によれば、前記平坦化膜の膜厚が3μm以上10μm以下であると、平坦化膜の膜厚ばらつきを0.4μm以内にできるので好ましい。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、添付図面にもとづいて本発明にかかる液晶表示装置の構造および製法をさらに詳しく説明する。

【0029】実施の形態1. まず、本実施の形態にかかるIPS方式の液晶表示装置の構造について説明する。本実施の形態にかかるIPS方式の液晶表示装置においては、従来技術によるものと同様に、主に、TFTアレイ基板と、対向基板と、シール材と、スペーサ(第2のスペーサ)と、液晶層とによって構成されているスペーサについては、のちに説明する。TFTアレイ基板は、ガラスなどからなる基板上に、走査信号線と、映像信号線と、TFTと、液晶駆動電極とがアレイ状に設けられており、かつさらに共通電極と共通信号線とが設けられている。走査信号線は複数本が互いに等間隔かつ平行に配設されており、映像信号線は複数が互いに等間隔かつ平行にされるとともに、絶縁膜を介して走査信号線と直交するように配設されている。TFTは、走査信号線と映像信号線とが交差する各交差部に1個ずつ形成され、そのそれぞれに液晶駆動電極が1個ずつ接続されている。共通電極は、少なくとも一部が液晶駆動電極に対向して平行に形成されており、また、この共通電極に信号を書き込む共通信号線が前記共通電極に垂直に配置されている。なお、共通電極と共通信号線とは、少なくとも一部が交差しており、その交差部より信号を書き込める構造となっている。対向基板はTFTアレイ基板に対向して設けられ、対向基板上には赤、緑および青の色層、ならびに色層が液晶層に溶け出さないように設けられる保護膜が配置されている。

【0030】TFTアレイ基板と対向基板とが、液晶駆動電極が形成された領域で一定の間隙を保たれるようにTFTアレイ基板と対向基板との前記領域部分には第1のスペーサが介在されるように構成されている。

【0031】第1のスペーサは、直径5μm程度の球形であり、プラスチック製のものが複数個で用いられる。プラスチック製のものが用いられる理由は、プラスチック製のものは比較的柔らかいためTFT素子を傷つけないことによる。ばあいによつては、シリカ(SiO<sub>2</sub>)系の材料が選択されることもある。大きさのばらつきは標準偏差0.3μm程度であり、これによってTFTアレイ基板と対向基板との間隔を一定に保つことができる。TFTアレイ基板と対向基板との間隔中に散布する第1のスペーサの量は、前記間隔を一定にしうるよう適宜定められている。これらの球形のスペーサは入手が容易で所望の寸法精度をうることができる。

【0032】第2のスペーサは、円柱状、帯状、球形など種々の形状のものを複数個で用いられる。材質は価格的な面からガラス製のものが選択されることが多い。いずれも入手が容易で所望の寸法精度をうることができる。第1のスペーサがTFT素子を傷つけない柔らかいものから選択されるのに対し、第2のスペーサは固い材質のものが選択される。

【0033】シール材は、TFTアレイ基板と対向基板とをそれぞれの周辺部で一定の間隔を保つて貼り合わせ

るものであり、このシール材には、TFTアレイ基板と対向基板との、それぞれの周辺部での間隙を一定に保つように第2のスペーサを介在させて TFTアレイ基板と対向基板とを貼り合わせる。この一定の間隔の隙間に、複屈折効果を有する液晶からなる液晶層が挟持されている。また、偏光板が、TFTアレイ基板の上側および対向基板の下側に設けられる。

【0034】このような本発明にかかるIPS方式の液晶装置に関して本発明を可能にした技術的背景である、色むらの視認と各色の光の透過率との関係についての考察について説明する。

【0035】図1は本発明の第1の実施の形態にかかる、本発明の発明者らがシミュレーションで確認したIPSモードにおける光の透過率の波長依存性を示すグラフであり、横軸は波長 $\lambda$  (nm)を示しており、縦軸は透過率(%)を示している。ここでは、リターデーション $(\Delta n) \cdot d$ を200、275、300nmと変えたときの透過率の波長依存性を示す。 $(\Delta n) \cdot d$ が100nm異なると緑色光の波長(544nm)で約18%の透過率の差 $\Delta T_1$ が生じる。なお、25nm異なると約8%の透過率の差 $\Delta T_2$ が生じる。人間の目の視感度が高い波長は550nm近傍である。そのため、一般的なディスプレイでは、緑色光の透過率ばらつきが少ないことを重要視する。発明者らの測定では、緑色光の透過率が5%以上異なるとディスプレイ上の色むらとして視認されることを確認している。緑色光の透過率の差を5%以内にするためには、パネル面内に発生するリターデーションのむらを $(\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min}) \leq 20$ nm以内にする必要がある(TFT部3上の凹凸の凸部にある第1のスペーサ8により支配されている液晶層の厚さを $d_{max}$ 、画素電極2上の凹凸の凹部にある第1のスペーサ8の球形寸法に依存している液晶層の厚さを $d_{min}$ とする)。また、IPSモードに用いられる液晶材料の $\Delta n$ は、0.05~0.15の範囲である。そのことから $d_{max} - d_{min} \leq 0.4$ μm以内であることが必要である。

【0036】以上のことから、IPSパネルのリターデーションを $0 \leq (\Delta n) \cdot (d_{max} - d_{min}) \leq 20$ nmに、すなわち、パネル面内の間隙ばらつきを $d_{max} - d_{min} \leq 0.4$ μm以内にすることによって、色むらのないIPSパネルを作製することができることがわかる。

【0037】以下に、実施の形態1を達成するIPSパネルの一例を示す。図2は本発明の実施の形態1を説明するIPSパネルの断面説明図である。図2において符号1~10、17、18は従来例を示した図11~14に示すものと同一であり、符号100は本実施の形態にかかるIPSパネルである。この他、16は、TFTアレイ基板1の凹凸をなくすための平坦化膜である。図において、TFTアレイ基板1のうち液晶駆動電極およ

び共通電極と映像信号線とが対向して形成されており、かつ、液晶駆動電極および共通電極と走査信号線とが対向して形成されている領域を表示領域という。

【0038】つぎに、図3および図4は、図2に示すIPSパネルに用いるTFTアレイ基板の製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。また、図5は、図2に示すIPSパネルの製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。手順1として図3の(a)に示すように、まず、公知であるIPSパネル用のTFTアレイ基板1を準備する。つぎに手順2として図3の(b)に示すように、TFTアレイ基板1の表面に平坦化膜16をスピンドル法により3μm以上10μm以下の膜厚に塗布する。平坦化膜16は、たとえば感光性アクリル樹脂やアクリル樹脂などの有機膜の1つからなる。粘度は、15cP以上50cP以下、好ましくは30cP程度のもので回転数は、500rpm以上2000rpm以下、好ましくは800回転程度の回転数でスピナにより塗布したならば、所望の膜厚がえられることを確認している。ここで、粘度を15cP以上とする理由は、これよりも小さないと粘性が低すぎるため塗布後の膜厚が薄すぎ膜厚のばらつきが大きくなるためであり、50cP以下とする理由はこれよりも大きいと粘性が高すぎるため膜の均一性が低下するためである。また、回転数を500rpm以上2000rpm以下とするのは、この範囲において所望の膜厚および膜厚のばらつきを実現できるためである。また、このような塗布条件で塗布したならば、面内の膜厚の最大値 $t_{max}$ と面内の膜厚の最小値 $t_{min}$ の差が0.4μm以内に塗布が実現できることも発明者らは確認している。言い換えれば、3μm以上の平坦化膜16の膜厚でないと $t_{max} - t_{min} \leq 0.4$ μm以内の塗布が実現できることを発明者らは確認している。平坦化膜16塗布後にレジスト26を塗布する。レジスト26は、一般的な写真製版技術で用いられるレジストであれば問題がない。つぎに手順3として図4の(a)に示すように、露光、現像により電極17を露出し、手順4として図4の(b)に示すようなTFTアレイ基板の形状とする。

【0039】以上の工程により形成されたTFTアレイ基板1と対向基板4を用いて図5に示す手順でIPSパネルを作製する。まず手順1として図5の(a)に示すように、TFTアレイ基板1および対向基板4上に液晶7を基板表面に配向させる配向膜23を形成する。一般的に形成方法としては、転写法が用いられる。膜厚は、500~1500Å程度が望ましい。使用する材料は、ポリイミドが望ましく、公知であるTN(twisted nematic)液晶用の配向膜は、いずれも使用可能である。つぎに配向処理を施す。配向処理は、公知であるラビング法により簡易的に行うことができる。またラビングの方向は、従来のIPSモードの原理(図13参照)で説明

した配向方向で処理する。つぎに手順2として図5の(b)に示すように、TFTアレイ基板1上に、第1のスペーサ8を散布し、対向基板4上には、第2のスペーサ10を混入させたシール材9を塗布する(ここではスペーサ10は図示を省略)。一般に、塗布の方法は、スクリーン印刷やディスペンサまたは転写などの手法を用いる。また、シール材9の材料は一般に熱硬化型エポキシ系樹脂や紫外線硬化型樹脂を用いる。最後に手順3として図5の(c)に示すように、前述の工程を経たTFTアレイ基板1および対向基板4を配向膜が互いに対面するよう重ね合わせを行ったのち、熱または紫外線による圧着を行いパネル化する。そののち、液晶を封入しIPSパネルが作製できる。なお、完成後のIPSパネルの詳細な構造は図2を参照とする。

【0040】本実施の形態にかかる図2に記載するIPSパネル構造においては、従来のTFTアレイ基板1上に平坦化膜16を3.μm以上の膜厚で、 $t_{max} - t_{min} \leq 0.4 \mu m$ で形成することで、液晶7の面内均一性がえられる。このようにして、パネル面内のリターデーション( $\Delta n$ )・( $d_{max} - d_{min}$ )を20nm以下にすることができる。このことにより、従来のIPSパネルに生じていた色むらをなくすことができ、ディスプレイとして表示品質の高いIPSパネルを作製することが可能となった。

【0041】実施の形態2、図6は本発明の実施の形態2にかかるIPSパネルの断面説明図である。また、図7は本発明の第2の実施の形態を説明するIPSパネルの1画素の平面説明図である。図6および図7において、符号200は本実施の形態にかかるIPSパネルであり、符号1~14、17、18は実施の形態1および従来例の説明図に示すものと共通である。その他、16は、実施の形態1で説明した平坦化膜である。また、19は、TFT14のドレン部と液晶駆動電極21、または共通信号線13と共通電極22とをコンタクトするためのコンタクトホールである。

【0042】つぎに、図6に示す液晶パネルの製造方法について図8および図9を用いて説明する。図8および図9は実施の形態2にかかるIPSパネルの製造工程を示すフローチャートとしての工程断面説明図である。図に示した符号は実施の形態1および従来例の説明図に示すものと共通である。ここでは、用いるTFTアレイ基板1の形状が実施の形態1と異なるだけで、その他の構成は実施の形態1と同じであるので、TFTアレイ基板1の製法の説明をすることに留めることとし、他の要素の製法は実施の形態1で説明した通り、同じである。手順1として図8の(a)に示すように公知であるTFTアレイ基板の製法と同様に、走査信号線11、映像信号線12、共通信号線13、TFT14、電極17をガラス基板上に形成する。すなわち、実施の形態1との違

いは、手順1中では画素電極2を形成していない状態である点である。つぎに手順2として図8の(b)に示すように基板表面に平坦化膜16をスピンドルコート法により3.μm程度の膜厚に塗布する。平坦化膜16の形成法は、実施の形態1と同様の方法である。その後、写真製版法により電極17上の平坦化膜16をエッチングし、コンタクトホール19の形成を行う。つぎに手順3として図9に示すように画素電極2を平坦化膜16上に形成する。画素電極2の材料は、クロムやアルミニウムやITOのような導体である薄膜であれば問題ない。また、形成方法は、スパッタ法や蒸着法が好ましい。導体の薄膜を形成したのち、写真製版技術により図7に示すような電極形状にする。このときには、図7、図9の手順3に示すようにコンタクトホール19を通し、液晶駆動電極21とTFT14および共通電極22と共に信号線13とはそれぞれ接続されている。

【0043】このように作製されたTFTアレイ基板1と対向基板4を実施の形態1で示すように貼りあわせて、IPSパネルとして作製する。

【0044】実施の形態1においては、画素電極2が平坦化膜16の下部に形成されているため、液晶7に加わる実効電圧の損失があった。そのため、液晶7を駆動するための電圧が高くなりIPSパネルの消費電力を多くしていた。

【0045】本実施の形態にかかる図6および図7に記載したIPSパネルの構造においては、画素電極2が液晶7と接する部分に位置するため、実施の形態1のIPSパネルの構成よりも、多くの電圧を液晶7に加えることができる。また、平坦化膜16を有するので、実施の形態1にかかるIPSパネルによってえられる効果も同様に有する。

【0046】以上のことにより、従来のIPSパネルに生じていた色むらをなくすことができ、ディスプレイとして表示品質の高いIPSパネルの作製と、かつ省消費電力のIPSパネルを作製することができる。

【0047】実施の形態3、図10は、本発明の実施の形態3にかかるIPSパネルの断面説明図である。図中の符号のうち300は本実施の形態にかかるIPSパネルであり、その他の符号は実施の形態1および2の説明図に示すものと共通である。また、IPSパネルの構成材料は、実施の形態1および2で示すものと同様である(図10は実施の形態2の図6と同様のものを使用)。ここでは、表示領域に散布される第1のスペーサ8とシール材9中に混入される第2のスペーサ10の球径について説明する。

【0048】今、第1のスペーサ8の径をD<sub>1</sub>、第2のスペーサ10の径をD<sub>2</sub>とする。また、対向基板4の色層18の厚さをaとする。実施の形態1、2に示したIPSパネル100または200の構造では、TFTアレイ基板1が平坦化膜16により平坦化されたため、次式

によりシール材中のスペーサ10の径を設定することができる。

$$D_2 = D_1 + a$$

【0049】従来のTFTアレイ基板1の構造では、TFTアレイ基板1上には、TFT部3や画素電極2の構成により約1μm程度の凹凸があったため、この凹凸に起因する表示不良が生じていた。本実施の形態においては、シール材9中に含まれる第2のスペーサ10の径と、表示面内に散布する第1のスペーサ8の径とを厳密に設定することができる。

【0050】TFTアレイ基板の表示領域には、従来、1μm程度の凹凸があり、シール材の形成される領域にも走査信号線や映像信号線などによる凹凸がある。図14に示したように、本実施の形態においては、平坦化膜によりTFTアレイ基板が平坦化されており、前述した式に基づき、スペーサの径を決定することができる。製造プロセス中では基板の間隙を制御している圧着圧力が変動したり、第1のスペーサを散布するプロセスが変動したりする。本実施の形態にかかるIPSパネルは、TFTアレイ基板の凹凸の変化や、液晶パネルとして組み立てるプロセスで生じる加工条件の変化に対しても、精度よくTFTアレイ基板と対向基板とを組み立てることができる。このようにして、シール材9近傍の液晶7の厚さと表示面中央部の液晶7の厚さdが変動することはなくなった。

【0051】本実施の形態3に示すように、シール材中の第2のスペーサ10の径を定めることにより、シール材近傍のパネル間隙と面内のパネル間隙に差がなくなり、パネルの基板間隙が一定となる。このことにより、基板間隙むらによる色むらがなくなり、表示品質の高いIPSパネルを作製することができる。

#### 【0052】

【発明の効果】本発明の請求項1にかかる液晶表示装置においては、液晶駆動電極と対向基板との間隙が、液晶表示装置の表示面内の最も大きな基板間隙をd<sub>max</sub>、表示面内の最も小さな基板間隙をd<sub>min</sub>と表わすと、表示装置の面内のリターデーション(Δn)・(d<sub>max</sub> - d<sub>min</sub>)が0nm以上20nm以下であるので、色むらをなくすことができ表示品質の高いIPSパネルを作製できるという効果を奏する。

【0053】本発明の請求項2にかかる液晶表示装置においては、前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状であるので、入手が容易で所望の寸法精度がえられる効果を奏する。

【0054】本発明の請求項3にかかる液晶表示装置においては、TFTアレイ基板上に厚さ3μm以上10μm以下の有機膜が備えられているので、TFTアレイ基板上の凹凸をなくすことができるという効果を奏する。

#### 【0055】本発明の請求項4にかかる液晶表示装置

においては、前記液晶駆動電極と前記共通電極とが前記有機膜上にあるので、液晶駆動電圧を低くでき、省消費電力のIPSパネルをうる効果を奏する。

【0056】本発明の請求項5にかかる液晶表示装置においては、前記有機膜のうねりが0.4μm以内であるので、リターデーションを0nm以上20nm以下にできる効果を奏する。

【0057】本発明の請求項6にかかる液晶表示装置においては、前記第1のスペーサの形状が球状であり、かつ、前記第2のスペーサの形状が円柱状であるので、入手が容易で所望の寸法精度がえられる効果を奏する。

【0058】本発明の請求項7にかかる液晶表示装置においては、前記第1のスペーサの径は、前記対向基板上に設けられた色層の厚さと、前記第2のスペーサの径との和であるので、シール材近傍のパネル間隙と面内のパネル間隙に差がなくなりパネルの基板間隙が一定となり色むらがなくなるという効果を奏する。

【0059】本発明の請求項8にかかるTFTアレイ基板の製法によれば、該TFTアレイ基板の表面上にスピンコート法により、粘度15cP以上50cP以下、回転数500rpm以上2000rpm以下で塗布して有機樹脂からなる平坦化膜として前記有機膜を形成するので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚を3μm以上10μm以下とでき、リターデーションを0nm以上20nm以下とでき、色むらをなくすことができる効果を奏する。

【0060】本発明の請求項9にかかるTFTアレイ基板の製法によれば、前記有機樹脂が感光性アクリル樹脂およびアクリル樹脂のうちから選ばれた1つであるので、TFTプロセス中でも平坦化膜を形成できるという効果を奏する。

【0061】本発明の請求項10にかかるTFTアレイ基板の製法によれば、前記平坦化膜の膜厚が3μm以上10μm以下であるので、簡単な方法で平坦化膜の膜厚ばらつきを0.4μm以内とできる効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1にかかる複屈折モードにおける透過率の波長依存性を示すグラフである。

【図2】 本発明の実施の形態1にかかるIPSパネルの断面説明図である。

【図3】 本発明の実施の形態1にかかるIPSパネル用TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図4】 本発明の実施の形態1にかかるIPSパネル用TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図5】 本発明の実施の形態1にかかるIPSパネルの製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図6】 本発明の実施の形態2にかかるIPSパネ

ルの断面説明図である。

【図7】 本発明の実施の形態2にかかる IPSパネルの1画素の平面説明図である。

【図8】 本発明の実施の形態2にかかる IPSパネル用 TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図9】 本発明の実施の形態2にかかる IPSパネル用 TFTアレイ基板の製造フローチャートとして示す工程断面説明図である。

【図10】 本発明の実施の形態3にかかる IPSパネルの断面説明図である。

【図11】 従来の IPSパネルの断面説明図である。

【図12】 従来の IPSパネルの1画素の平面説明図である。

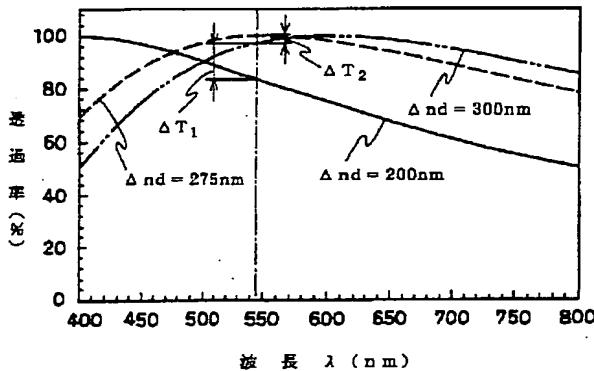
【図13】 図11のX-Y線における断面説明図である。

【図14】 従来の IPSパネルの課題を示す断面説明図である。

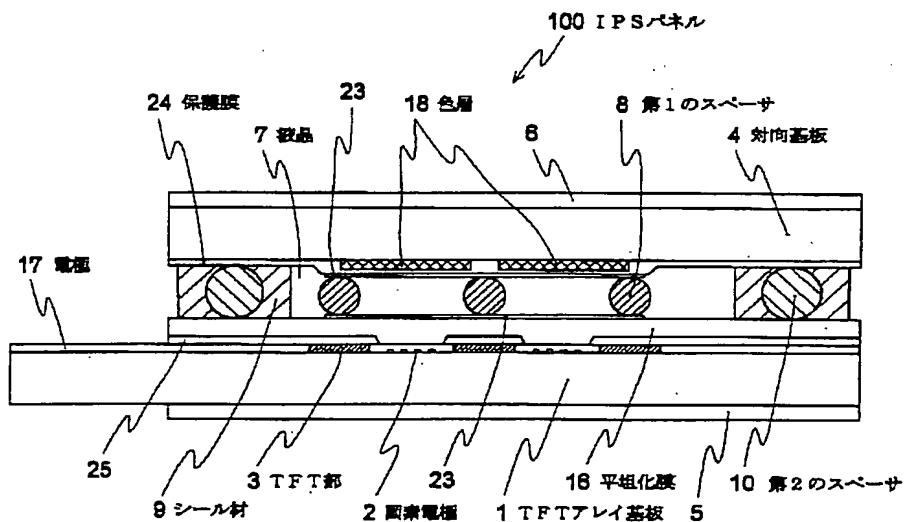
【符号の説明】

1 TFTアレイ基板、2 画素電極、3 TFT部、4 対向基板、7 液晶、8 第1のスペーサ、9 シール材、10 第2のスペーサ、16 平坦化膜、17 電極、18 色層、100、200、300 IPSパネル。

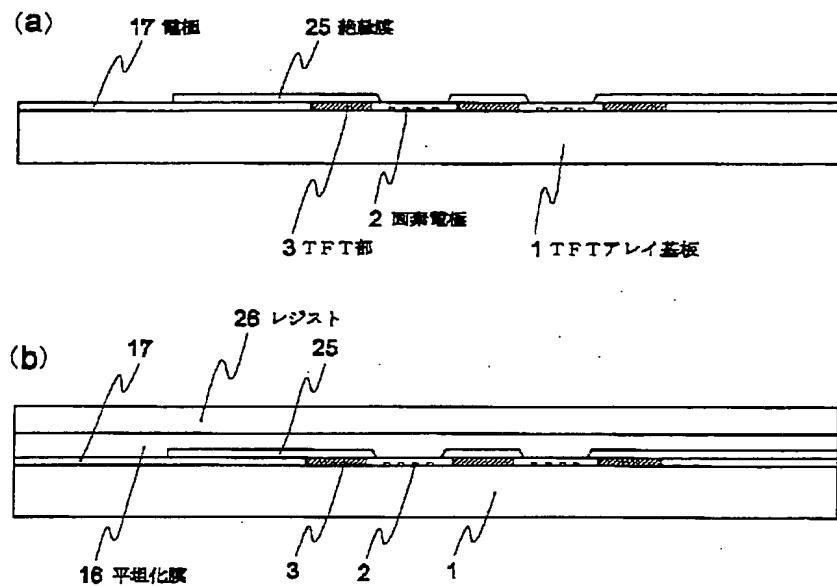
【図1】



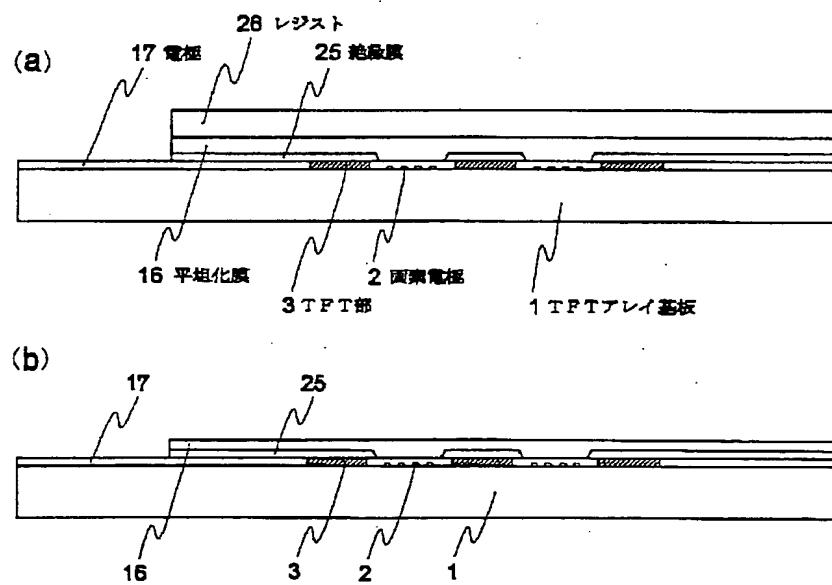
【図2】



【図3】

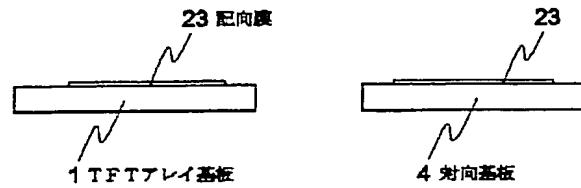


【図4】

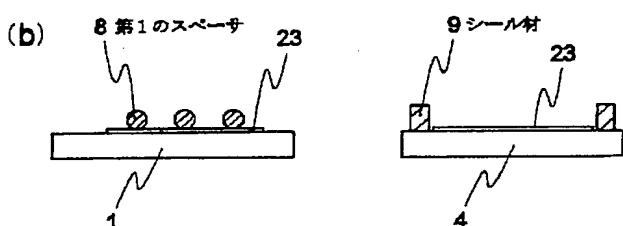


【図5】

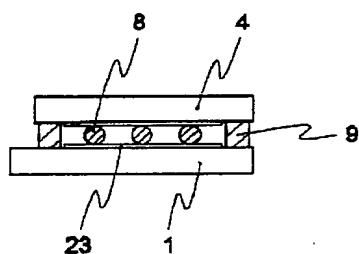
(a)



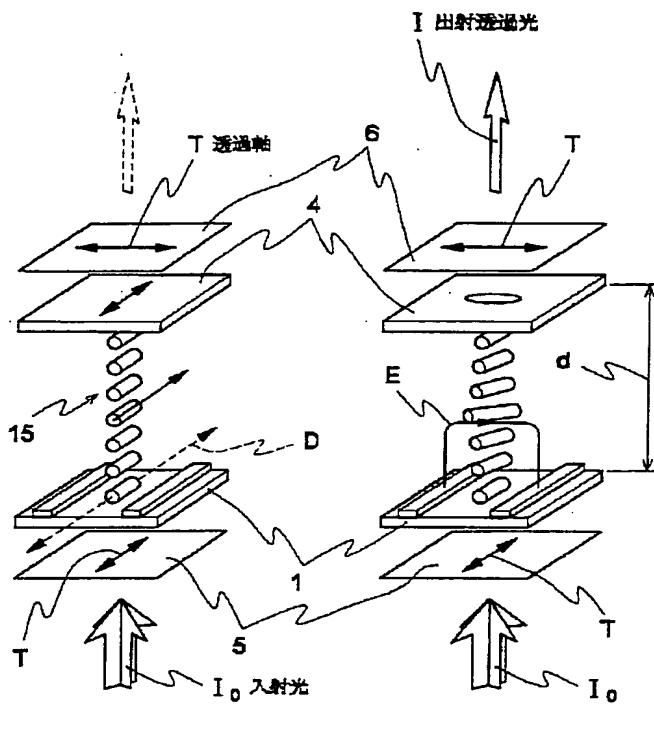
(b)



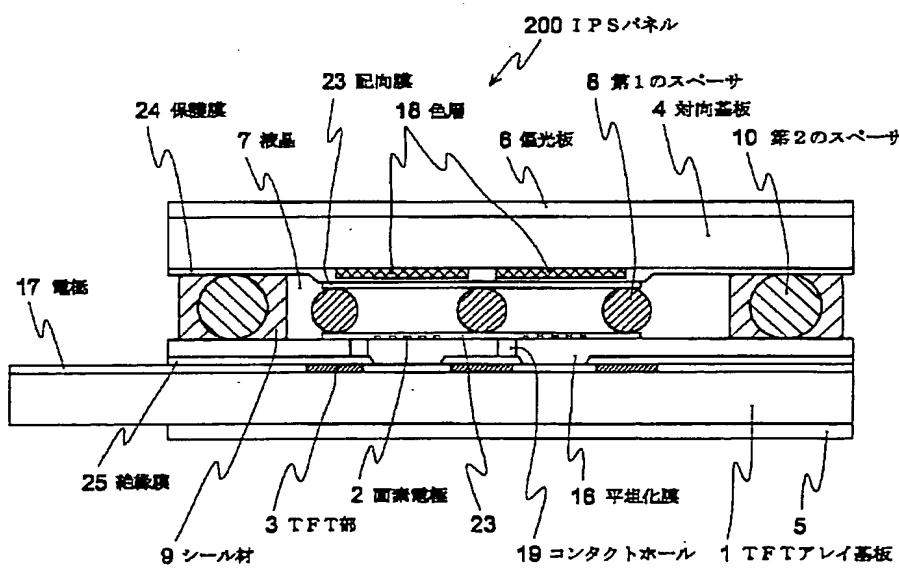
(c)



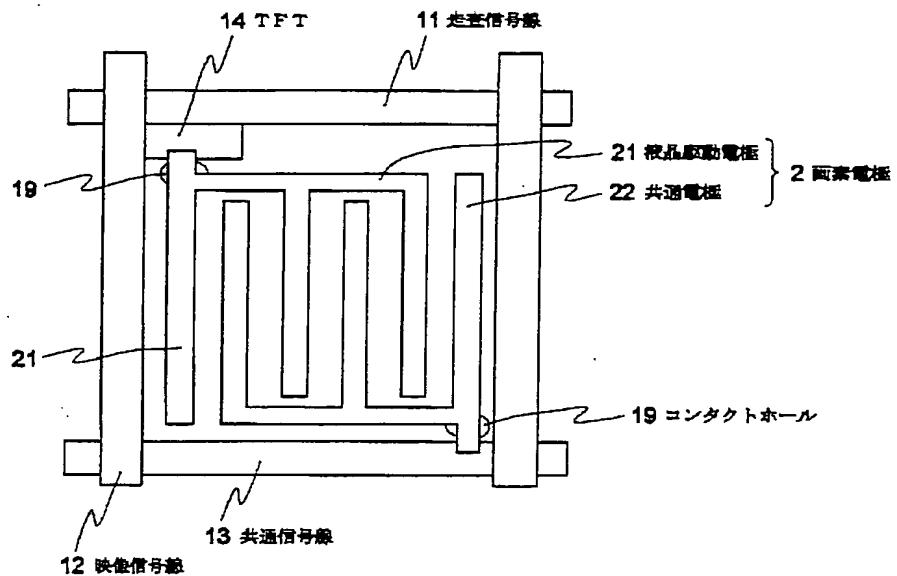
【図13】



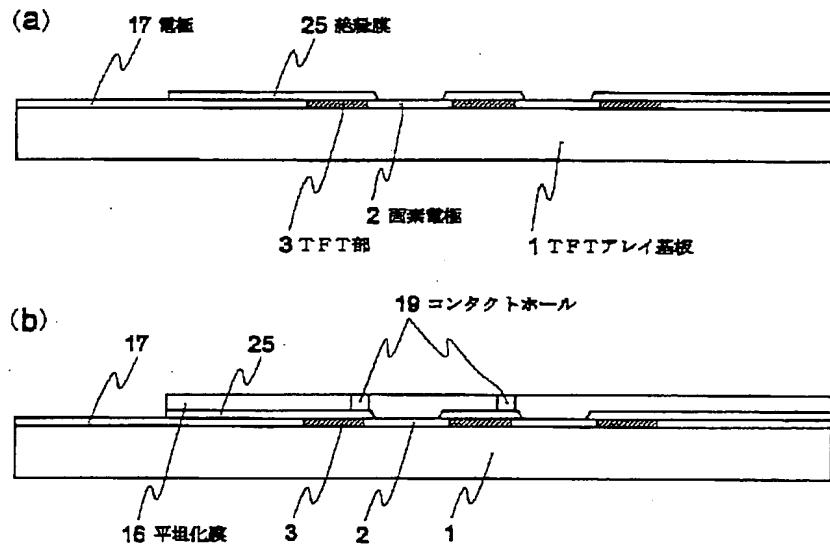
【図6】



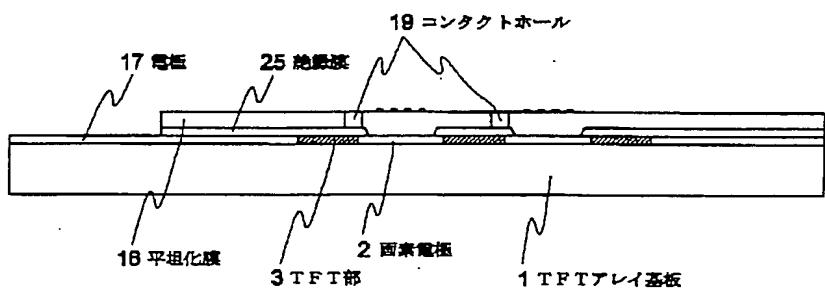
【図7】



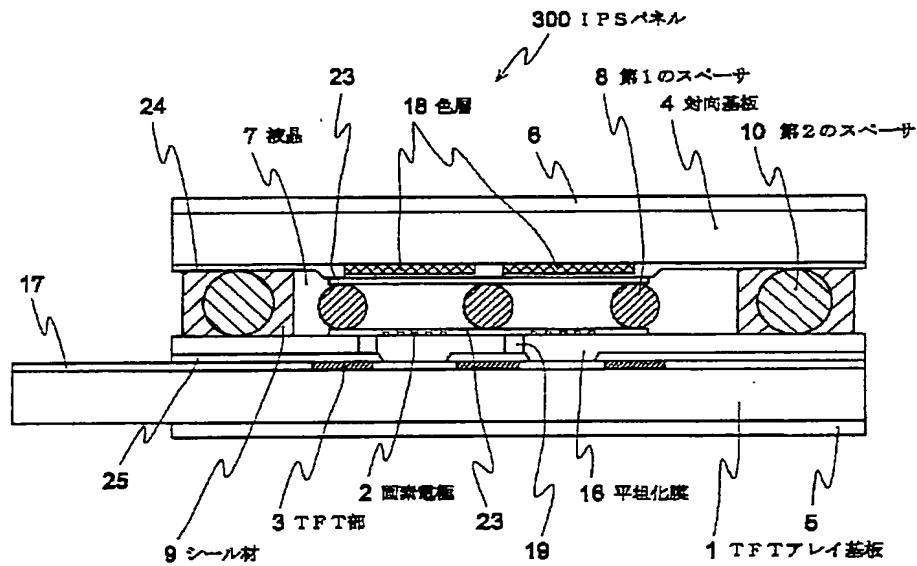
【図8】



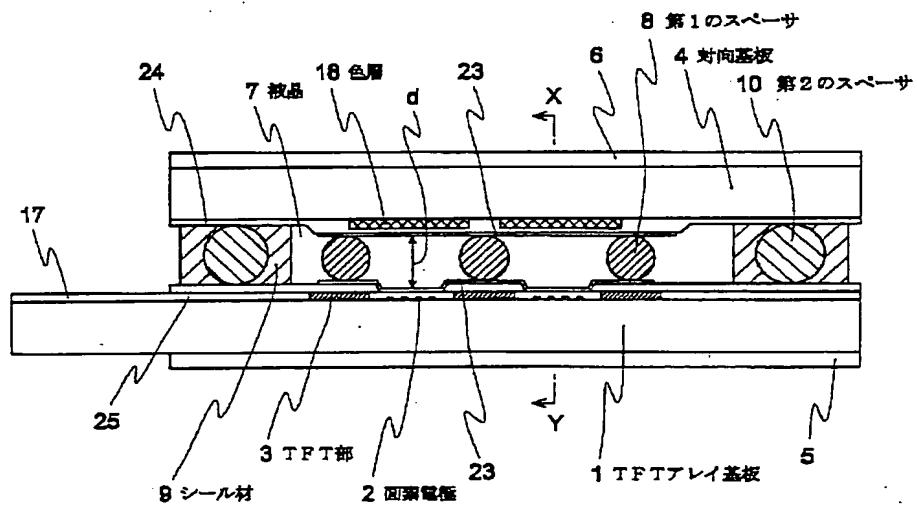
【図9】



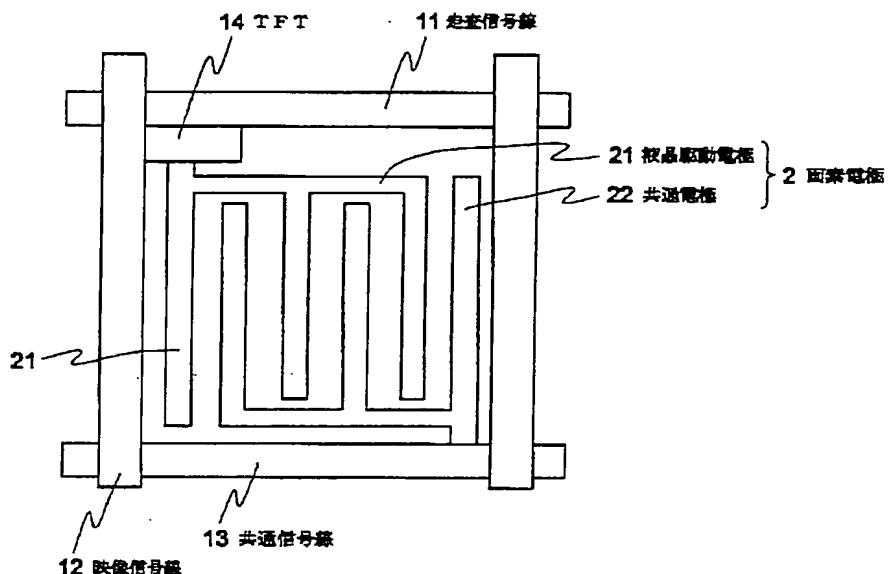
【図10】



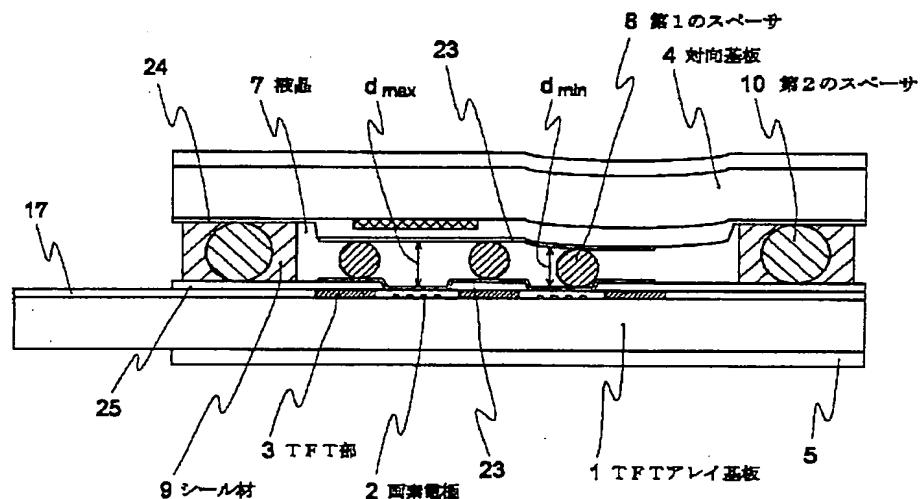
【図11】



【図12】



【図14】



フロントページの続き

(72) 発明者 津村 顯  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 田畑 伸  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 水沼 昌也  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 玉谷 晃  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 藤井 雅之  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内  
(72) 発明者 藤田 康雄  
熊本県菊池郡西合志町御代志997番地 株  
式会社アドバンスト・ディスプレイ内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**